

ELM605DA 2A 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

■概要

ELM605DA は 6V 入力同期整流方式のバック型降圧 PWM 制御 DC/DC コンバータです。必要な能動素子は内蔵しているため最小の外付け部品で降圧 DC/DC 電源を構成できます。入力電圧範囲は 2.5V から 6V、出力電圧は 0.8V まで外部抵抗により設定できます。動作周波数は 1MHz 固定です。付加機能としてソフトスタート機能、電流制限機能、サーマルシャットダウン機能、UVLO などを内蔵しており応用回路の信頼性を向上できます。

さらにパワーグッド出力を持ち出力電圧監視が可能です。

■特長

- 電流モード制御
- パワーグッド機能監視出力電圧
- ソフトスタート
- 過熱保護
- 電流制限保護、短絡保護
- 入力電圧範囲 : 2.5V to 6.0V
- 出力電流 : 2A
- 静止電流 : 200 μ A
- 出力電圧範囲 (可変) : 0.8V to V_{in}
- シャットダウン電流 : Typ. 7 μ A
- 高効率 : 95%
- 固定周波数動作 : Typ. 1.0MHz
- パッケージ : SOP-8

■用途

- ASIC/DSP/ μ P/FPGA など各種 IC 用電源回路
- ネットワーク、通信機器
- テレビ
- セットトップボックス
- 基地局用電源

■絶対最大定格値

項目	記号	規格値	単位
VIN 電源電圧	V_{in}	-0.3 to +6.5	V
SW 端子印加電圧	V_{sw}	-0.3 to $V_{in}+0.3$	V
EN 端子印加電圧	V_{en}	-0.3 to V_{in}	V
FB 端子印加電圧	V_{fb}	-0.3 to V_{in}	V
容許損失	P_d	300	mW
動作温度	T_{op}	-40 to +150	$^{\circ}$ C
保存温度	T_{stg}	-65 to +150	$^{\circ}$ C

注意：上記定格を超えるストレスは、デバイスの信頼性に影響を与える可能性があります。

■セレクションガイド

ELM605DA-S

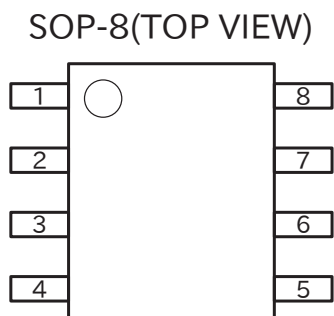
記号		
a	パッケージ	D: SOP-8
b	製品バージョン	A
c	テーピング方向	S: パッケージ ファイル参照

ELM605DA-S
↑ ↑ ↑
a b c

(注) テーピング方向は一種類のみ

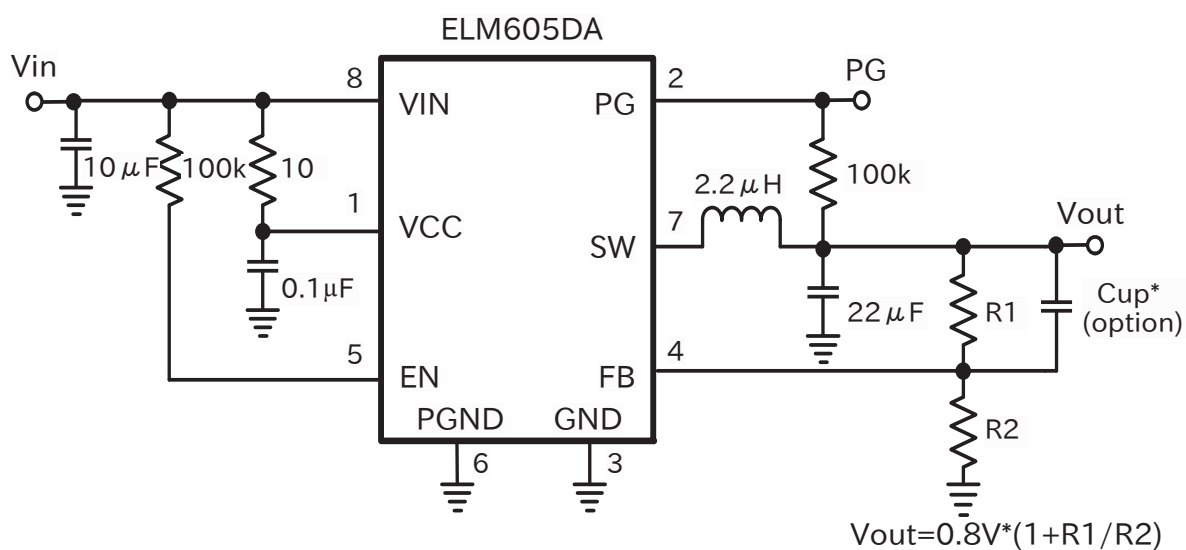
ELM605DA 2A 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

■端子配列図

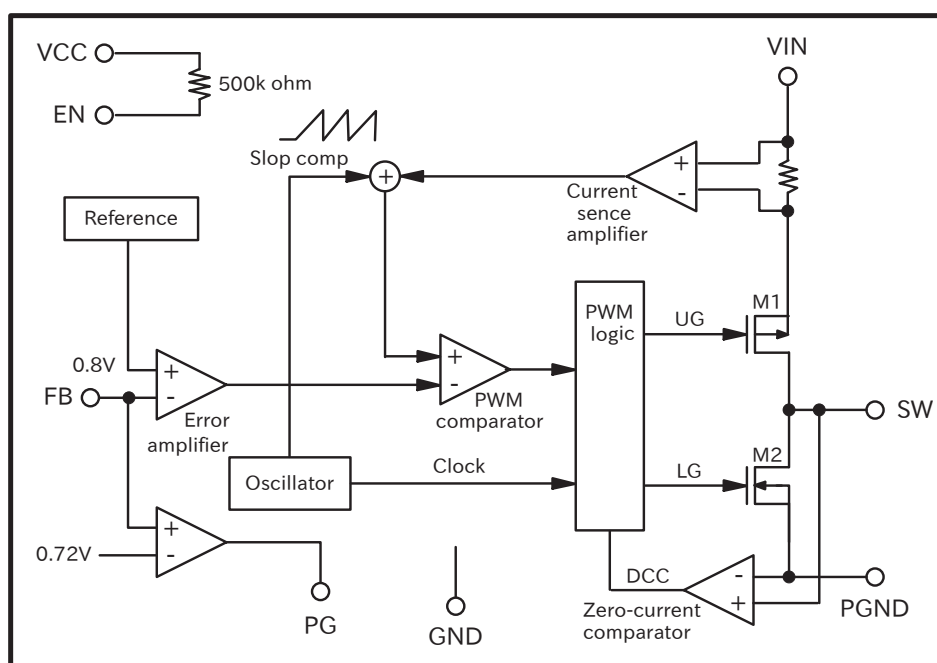


端子番号	端子記号	ピン説明
1	VCC	電源入力
2	PG	パワーグッド出力
3	GND	グラウンド
4	FB	フィードバック入力
5	EN	イネーブル入力
6	PGND	パワースイッチグラウンド
7	SW	パワースイッチ出力
8	VIN	パワースイッチ電源入力

■標準回路図



■ブロック図



ELM605DA 2A 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

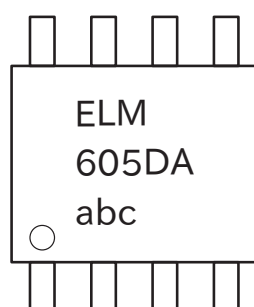
■ DC 電氣的特性

特に指定なき場合, $V_{in}=3.3V$, $T_{op}=25^{\circ}C$

項目	記号	条件	Min.	Typ.	Max.	単位
入力電圧	V_{in}		2.5		6.0	V
静止電流	I_q	$I_{out}=0mA$, スイッチングなし		220		μA
シャットダウン電流	I_s	EN=GND		7		μA
出力電圧範囲	V_{out}		0.8		V_{in}	V
フィードバック端子電圧	V_{fb}	$T_{op}=+25^{\circ}C$	0.784	0.800	0.816	V
出力電圧入力変動率	$\Delta V_{line-reg}$	$V_{in}=2.5V \sim 6.0V$, $I_{out}=0A \sim 2A$	-2	-	2	%
出力電圧負荷変動率	$\Delta V_{load-reg}$	$V_{out}=0.8V \sim 3.3V$, $I_{out}=0A \sim 2A$	-2	-	2	%
動作停止入力電圧	UVLO	Vin rising		2.3		V
		Vin falling		2.1		
フィードバック端子入力電流	I_{vfb}		-30	-	30	nA
SW 端子リーク電流	$I_{leak(sw)}$	$V_{en}=0V$, $V_{in}=6V$, $V_{sw}=0V \sim 6V$	-1		1	μA
PMOSFET オン抵抗	R_{dsonP}	$V_{in}=V_{gs}=5V$, $I_{out}=100mA$		130		m Ω
NMOSFET オン抵抗	R_{dsonN}	$V_{in}=V_{gs}=5V$, $I_{out}=100mA$		100		m Ω
PMOSFET 電流制限	I_{clP}			3.2		A
動作周波数	Fosc			1		MHz
サーマルシャットダウン温度	T_s			150		$^{\circ}C$
ソフトスタート時間	T_{ss}			1		mS
パワーグッド検出電圧	V_{pg}			$0.9 \cdot V_{out}$		V
パワーグッド端子シンク電流	I_{pg}	$V_{pg}=0.3V$		3		mA
EN 高レベル入力電圧	V_{enH}	$-40^{\circ}C \leq T_{op} \leq +85^{\circ}C$	1.3			V
EN 低レベル入力電圧	V_{enL}				0.3	V

■ マーキング

SOP-8



記号	内容
ELM605DA	製品名
a, b, c	組み立てロット番号 : 000 ~ 999 繰り返る

ELM605DA 2A 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

■機能

ELM605DA は2A まで出力可能な高効率降圧 DC/DC コンバータです。入力電圧範囲は 2.5V から 6.0V まで、1MHz のスイッチング周波数のパルス幅変調 (PWM) により出力電圧を設定された 0.8V から V_{in} の範囲の電圧に制御します。高速スイッチング周波数により外部部品の小型化が可能となり、同期整流採用により高効率です。外付けショットキーダイオードは不要です。内部スイッチ MOS のオン抵抗を利用した電流検出方式を採用し効率を改善しています。

1. 電流モード PWM 制御

電流モード PWM 制御方式によりスイッチ動作安定化とスイッチサイクルごとの電流制限を可能にし、これにより入力変動、負荷変動への高速応答と内蔵の主スイッチ (PMOSFET) と同期整流器 (NMOSFET) の保護が可能になります。ELM605DA の内蔵スイッチが 1MHz で動作して出力電圧を安定化します。通常動作時に主スイッチは内部発信器の立ち上がりでオンし、外部コイル電流を一定期間インダクタンスで決まる傾斜で増加させます。一方増加したコイル電流が誤差電圧を超えたときに主スイッチはオフします。このとき同期整流器がオンして次のサイクルまでオンし続けます。

2. ドロップアウト動作

ELM605DA は入力電圧と出力電圧の差が小さい場合は主スイッチ (PMOSFET) のオン時間を 1クロックサイクルよりも長くしてデューティ比を増加させ出力電圧を設定電圧に維持させます。デューティ比が 100% になった時主スイッチ (PMOSFET) は主スイッチ (PMOSFET) の電流制限値を越えるまでオンを継続して出力電圧を維持します。そのときは出力電圧は入力電圧から主スイッチ (PMOSFET) の電圧降下分を引いた電圧となります。

3. ショート保護動作

ELM605DA はショート保護機能を内蔵します。出力がグランドに接続されたとき、内部発振器はコイル電流により主スイッチ (PMOSFET) の電流が制限値を越えないように周波数が低下します。ショート状態の解除すなわちフィードバック端子電圧が 0.3V 以上に回復したときに周波数低下と電流制限の保護動作は解除されます。

4. ソフトスタート動作

ELM605DA は電源投入時の突入電流を減少させるソフトスタート回路を内蔵しています。ソフトスタートは誤差アンプの基準電圧の立ち上がりを 1ms 期間で立ち上げることで実現します。実際の出力電圧の立ち上がり時間は外部回路の状況によっても影響を受けます。

5. サーマルシャットダウン

チップ温度が 150°C を越えると ELM605DA はサーマルシャットダウン状態となります。このときは主スイッチ (PMOSFET) 同期整流器 (NMOSFET) の両方がオフ状態に固定されます。

6. 電圧低下保護

アンダーボルテージロックアウト機能は低入力電圧時の誤動作を防ぎます。MOSFET のスイッチがオフ状態に固定されます。

7. イネーブル

イネーブル (EN) 端子を接地すると ELM 605DA はシャットダウン状態になります。イネーブル端子を VIN に接続するか開放すると動作状態となります。イネーブル端子を接地したシャットダウン状態では主スイッチ (PMOSFET) と同期整流器 (NMOSFET) の両方が OFF 状態を維持します。

シャットダウン状態で出力に電圧が印加される場合は、特性表に示される値の逆方向のリーク電流が流れます。逆にイネーブル端子を VIN 電位にするとソフトスタートを開始します。

ELM605DA 2A 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

8. パワーグッド

ELM605DA はオープンドレイン出力のパワーグッド信号を出力します。パワーグッド信号は出力電圧が設定値の 90% 以上のとき正常と判定します。90% 以下のときは出力はロウにプルダウンされます。パワーグッドのコンパレータはヒステリシスを持たないため約 30usec の遅延時間を持たせて検出時のバタつきを抑えています。パワーグッド端子は抵抗を経由して VIN あるいは 5.5V 以下のほかの電源に接続します。

■アプリケーションノート

1. 入力容量の選択

入力容量は主スイッチ (PMOSFET) がオンすることで生じるリップル電流を吸収するために必需です。損失を抑えるために低 ESR 特性が必要です。リップル電流の RMS 値は以下の式で得られます：

$$I_{inRMS} = I_{out} \sqrt{D \times (1 - D)}$$

ここで D はデューティ比です。I_{inRMS} は入力電流の RMS 値、I_{out} は負荷電流です。この式は D=0.5 の時に最大値となります。また入力容量での損失は以下の式となります：

$$P_{cin} = ESR_{cin} \times I_{inRMS}^2$$

ここで P_{cin} は入力容量での損失、ESR_{cin} は入力容量の直列等価抵抗です。入力容量にはおおきな di/dt のために電界コンデンサ、セラミックコンデンサが使用されます。タンタルコンデンサの場合はコンデンサ不良を防ぐためにサージ保護されたものが必要です。

2. 出力コイル選択

出力コイルの選択は出力電圧リップル値と負荷過渡特性を考慮します。高いインダクタンスのコイルはコイルのリップル電流を減らしリップル電圧も少なくなります。リップル電圧と電流は以下の式で表されます：

$$\Delta I = (V_{in} - V_{out}) \times V_{out} / (F_s \times L \times V_{in})$$

$$\Delta V_{out} = \Delta I \times ESR$$

インダクタンスを増やすことでリップル電圧と電流が減りますが、同時に負荷変動に対する応答時間も増加します。スイッチング周波数を上げることで所定のコイルのリップル電流電圧は下げることができますが、これは MOSFET のスイッチング損失の増加を招きます。

適切なインダクタンスの値を決めるにはリップル電流の値 ΔI を最大出力電流の 10% - 50% の範囲にします。最初にリップル電流をきめたなら、次に磁気飽和が起こさずに最大電流を流せるコイルを選択します。電源の制御精度を維持できるようなコイルインダクタンスの精度も必要です。室温で 20% の範囲が一般的なコイルの精度です。ある種のコイル、特にフェライトコアを使用したものはリップル電流がコイルが飽和したときに急に大きくなります。同時にリップル電圧も大きくなります。

3. 出力容量の選択

出力コンデンサは出力電圧のフィルタとなり、また負荷の過渡電流を吸収します。高容量コンデンサと低 ESR は出力リップルと瞬時負荷による電圧降下を防止します。これらの特性はコンデンサそのものと PCB レイアウトの両者への考慮が必要です。

一般のスイッチングレギュレータ設計では出力容量の ESR が過渡応答特性を左右します。複数のコンデンサを使って ESR を下げる場合の式は以下になります：

$$ESR_{max} = \Delta V_{esr} / \Delta I_{out}$$

$$\text{Number of capacitors} = ESR_{cap} / ESR_{max}$$

$$\Delta V_{esr} = ESR \text{ による出力電圧変動}$$

$$\Delta I_{out} = \text{負荷電流変動}$$

$$ESR_{cap} = \text{コンデンサ 1 個あたりの ESR 最大値}, ESR_{max} = ESR \text{ の最大値。}$$

ELM605DA 2A 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

高周波用のデカップル容量は負荷の出力端子にできるだけ近く配置します。この用途には最適なコンデンサをコンデンサメーカーなどに確認してください。

4. 出力電圧

出力電圧は応用回路例に示すようにフィードバック (FB) 端子と分割抵抗回路で設定します。出力電圧 (Vout) は以下の式に示すように FB 端子の電圧とフィードバック抵抗の比で決まります。(Vfb) は 0.8V です :

$$V_{fb} = V_{out} \times R_2 / (R_1 + R_2)$$

よって出力電圧 Vout は

$$V_{out} = 0.8 \times (R_1 + R_2) / R_2$$

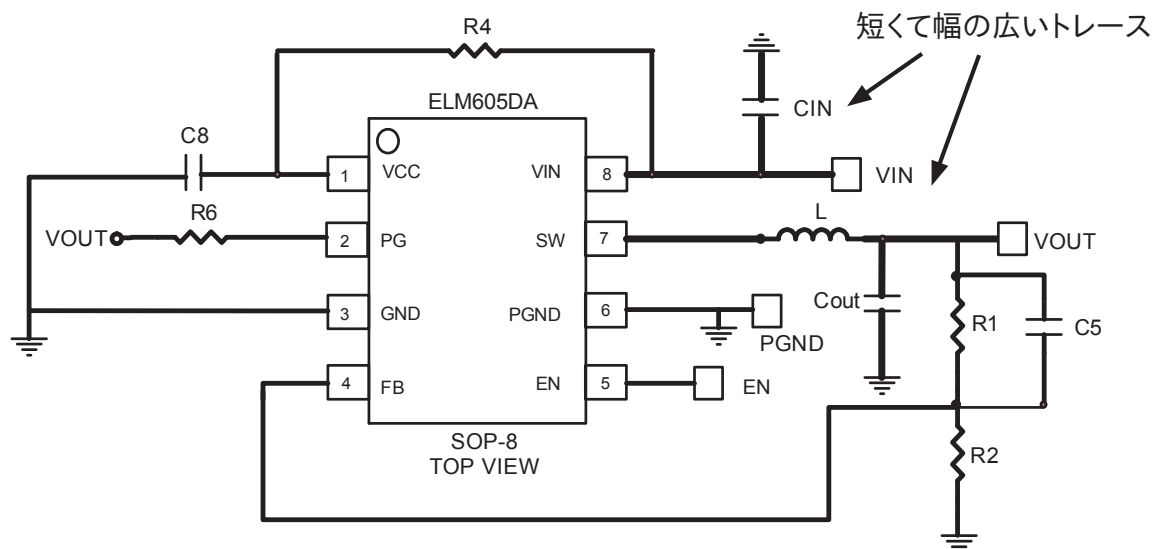
5. PCB レイアウト

PCB のレイアウト設計は DCDC コンバータ設計の最終段階です。適切に設計されないと PCB は多くの EMI を放射し不安定な動作をしたりします。そうした問題を避け ELM605DA の性能を確実に引き出すために以下の PCB レイアウトガイドラインを参考にしてください。

- (1) 以下の応用回路にある太線で表示した接続は大電流が流れるパスです。配線は太く短くしてください。
- (2) スルーホールの抵抗を減らしてその数を減らすために ELM605DA と電力を扱う素子 (Cin1, Cin2, Cout, L) は部品面に配置し大電流パスは同じく部品面に配置します。
- (3) SW 端子の接続点の電圧は高周波で大振幅 (dv/dt 大) です。できるだけ最小面積とします。
- (4) 入力容量 CIN は ELM605DA の VIN 端子、PGND 端子のできるだけ近くに配置します。
- (5) スイッチングノイズが ELM605DA 内部回路に侵入しないように、VIN 端子と VCC 端子間に抵抗を挿入し VCC と GND 間にバイパスコンデンサ C8(0.1 μ F) を入れます。
- (6) フィードバック関連部品 (R1, R2, C5(追加の場合)) は出力容量の後でかつ ELM605DA の近くに置きます。またフィードバック関連の配線はできるだけ配線ループ面積を小さくかつ SW 端子配線から離します。
- (7) PGND 端子からのノイズが ELM605DA 内部に侵入しないようにアナロググランド端子 (GND) は応用回路に示すノイズの少ない点に接続します。
- (8) 寄生容量による結合、磁界からループ配線へ結合を最小にするために電源回路は他の回路、特に敏感なアナログ回路からは離します。

ELM605DA 2A 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

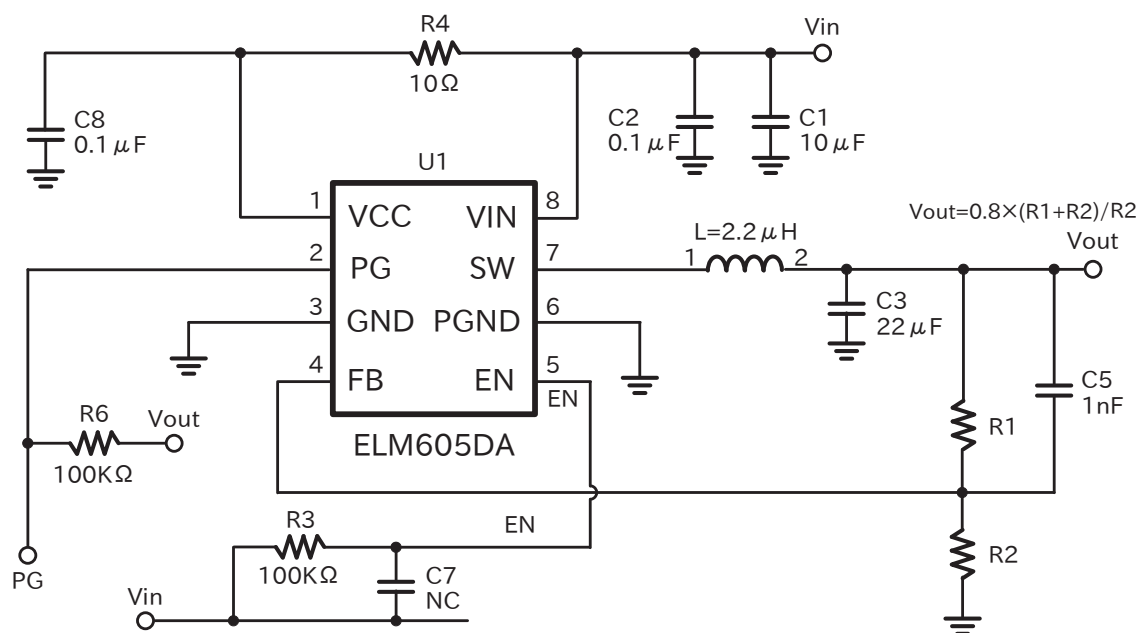
応用回路



■評価回路

- C1=10 μ F, C2=0.1 μ F, C3=22 μ F, C5=1nF, C7= NC, C8=0.1 μ F, L=2.2 μ H
R3=100K Ω , R4=10, R6=100K

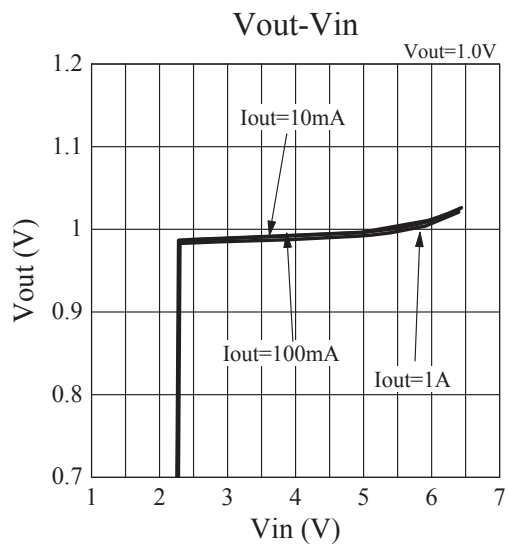
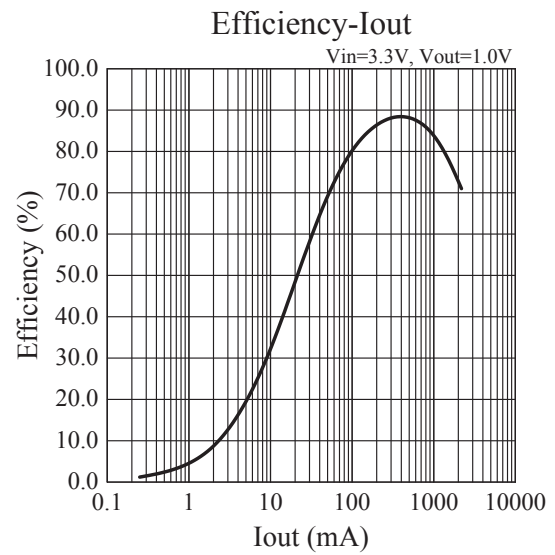
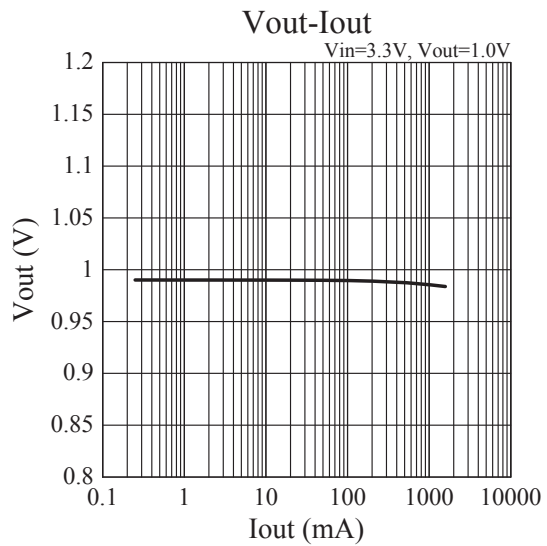
	R1	R2
Vout=3.3V	47K	15K
Vout=1.8V	12.5K	10K
Vout=1.2V	5K	10K
Vout=1.0V	6K	24K



ELM605DA 2A 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

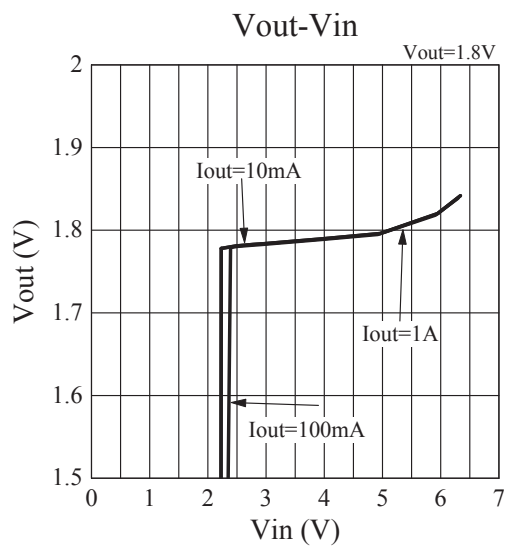
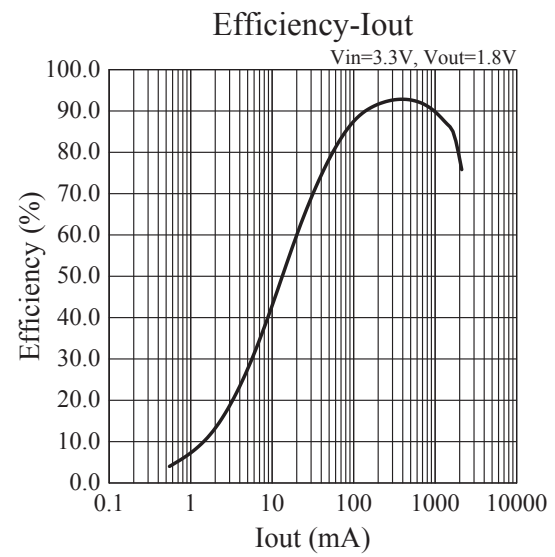
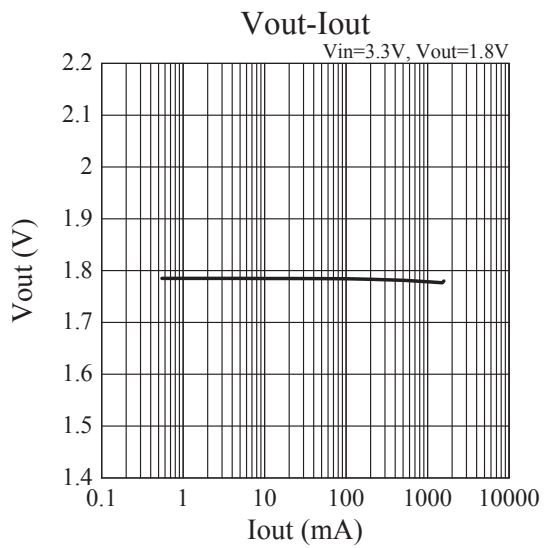
■標準特性曲線

- $V_{in}=3.3V$, $V_{out}=1.0V$, $R1=6K$, $R2=24K$, $T_{op}=25^{\circ}C$



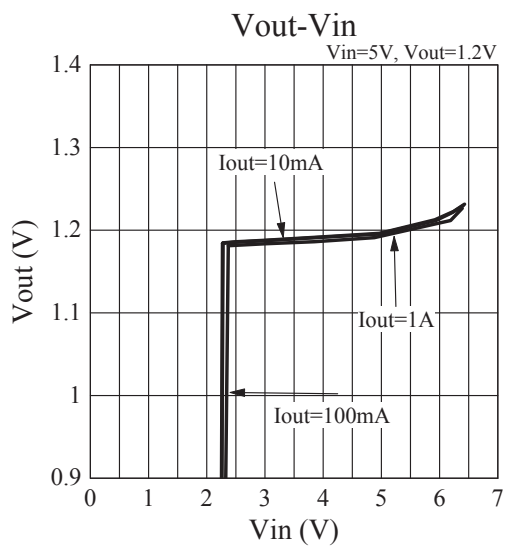
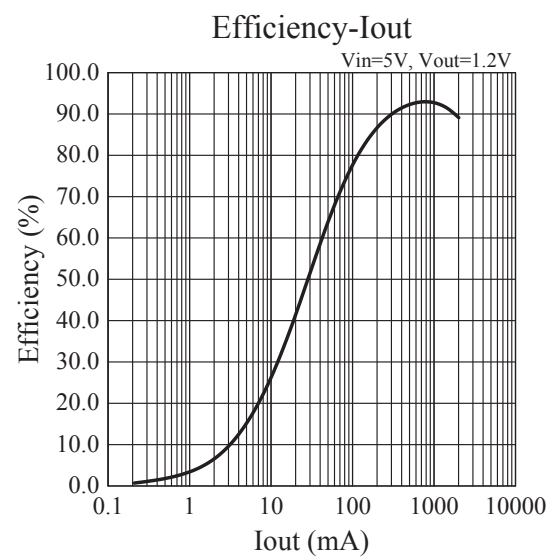
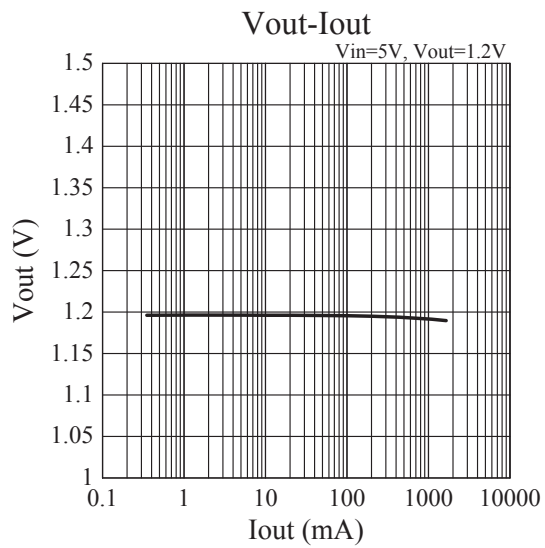
ELM605DA 2A 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

- $V_{in}=3.3V$, $V_{out}=1.8V$, $R1=12.5K$, $R2=10K$, $T_{op}=25^{\circ}C$



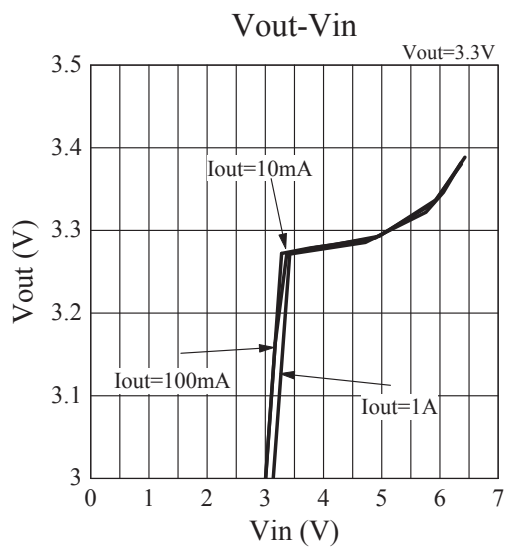
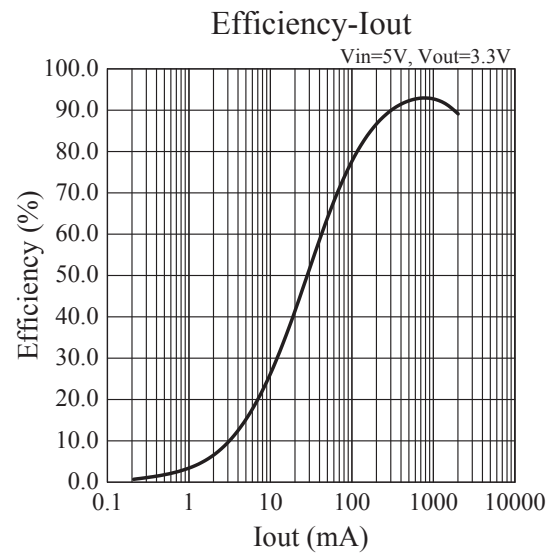
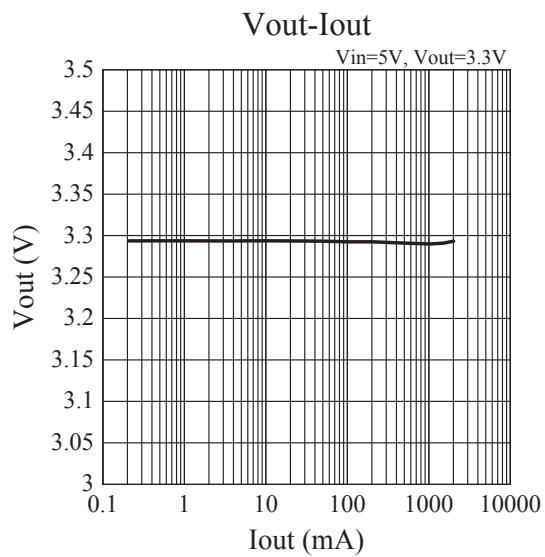
ELM605DA 2A 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

- $V_{in}=5.0V$, $V_{out}=1.2V$, $R1=5K$, $R2=10K$, $T_{op}=25^{\circ}C$



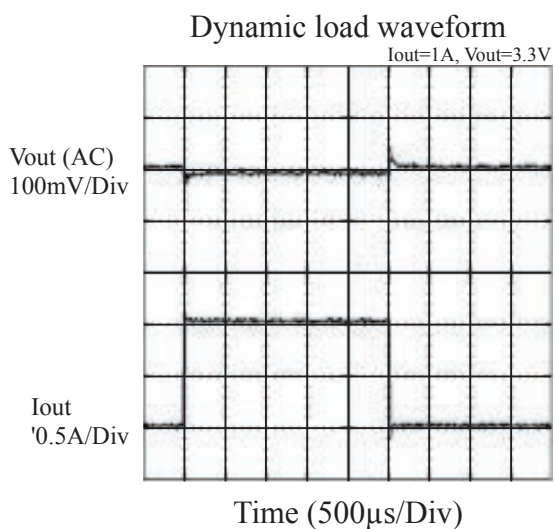
ELM605DA 2A 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

- $V_{in}=5.0V$, $V_{out}=3.3V$, $R1=47K$, $R2=15K$, $T_{op}=25^{\circ}C$

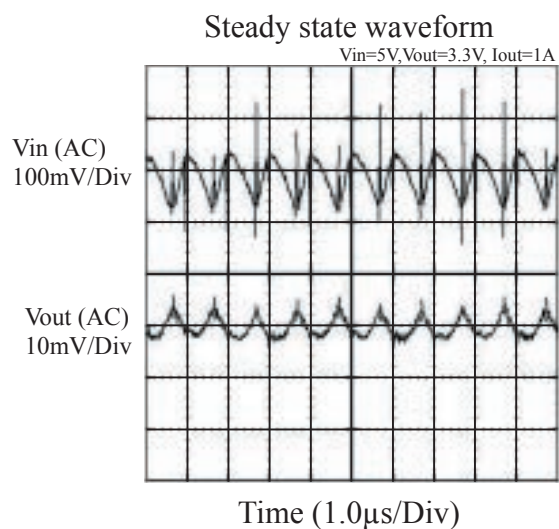


ELM605DA 2A 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

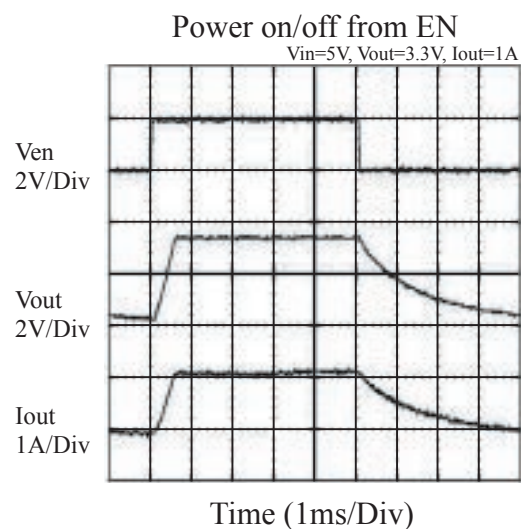
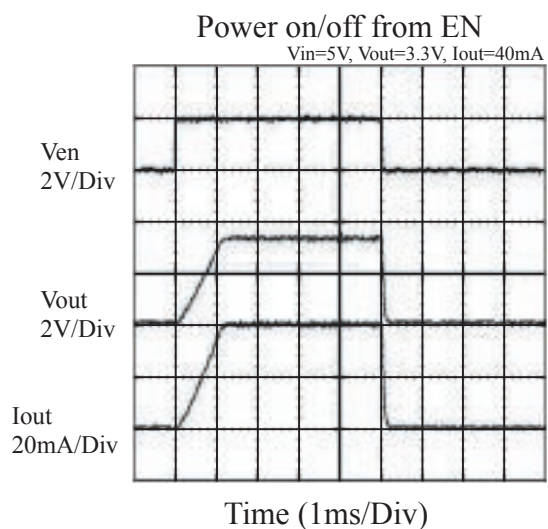
■ ダイナミック負荷波形



■ Vin, Vout 波形



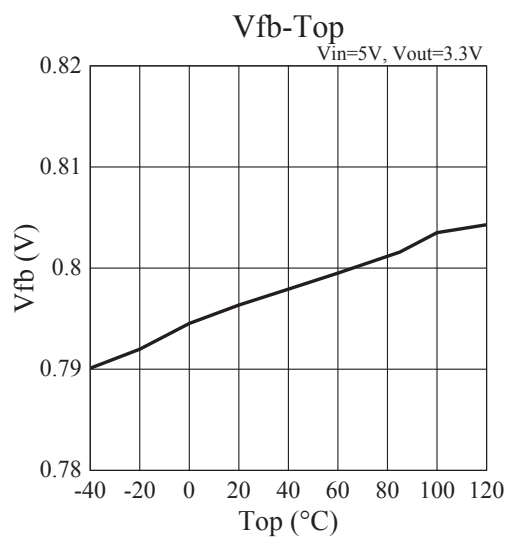
■ EN 電源 ON / OFF



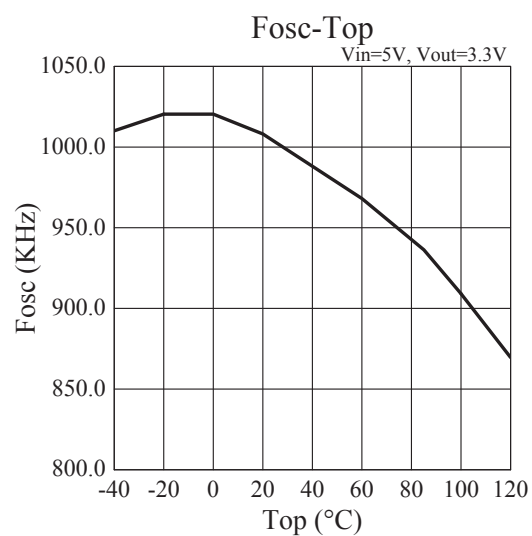
ELM605DA 2A 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

■スイッチング温度特性

フィードバック電圧 - 温度



動作周波数 - 温度



静止電流 - 温度

